

⑩ 日本国特許庁(J.P.)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-60990

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)3月15日

B 25 J 19/06
G 05 B 19/18
19/403C
T7828-3F
9064-5H
9064-5H※

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全26頁)

⑮ 発明の名称 産業用ロボットシステム

⑯ 特 願 平1-192646

⑰ 出 願 平1(1989)7月27日

⑱ 発 明 者	針 木	和 夫	富山県富山市石金20番地	株式会社不二越内
⑱ 発 明 者	小 泉	達 也	富山県富山市石金20番地	株式会社不二越内
⑱ 発 明 者	石 黒	一 也	富山県富山市石金20番地	株式会社不二越内
⑱ 発 明 者	蟹 谷	清	富山県富山市石金20番地	株式会社不二越内
⑱ 発 明 者	研 谷	正 己	広島県廿日市市宮内4丁目12番1号	三浦工業株式会社内
⑱ 発 明 者	土 井	和 之	広島県廿日市市宮内4丁目12番1号	三浦工業株式会社内
⑲ 出 願 人	株 式 会 社 不 二 越		富山県富山市石金20番地	
⑲ 出 願 人	三 浦 工 業 株 式 会 社		広島県廿日市市宮内4丁目12番1号	
⑲ 出 願 人	日 本 総 業 株 式 会 社		広島県広島市南区宇品海岸2丁目17番15号	
⑳ 代 理 人	弁 理 士 河 内 潤 二			

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

産業用ロボットシステム

2. 特許請求の範囲

(1) 一軸以上のロボット複数台と、それらを制御する一台のロボット制御装置と、ティ칭ングを行うためにロボットを動かしたり位置の記録を指示する一つのティ칭ングコントローラと、から成る産業用ロボットシステムであって、前記システム内に一台の加工機械と一台のワーク供給装置が付加された産業用ロボットシステムであって、次の手段を含む産業用ロボットシステム。

- a) 一定の基本時間毎に、決められた増分値を加算し、システムのサイクルタイムでちょうど所定の飽和値に達し、再び零から加算を開始するように設定されたシステムクロックおよび各々のロボット毎および加工機械毎のクロック、
- b) 各々のロボットにおいて、クロックの値とロボットの位置とを対応して記録するプログラムの構成手段、

c) ロボット毎に動作を開始するまでの待機位置である原点を設定し、プログラムの任意のステップを原点として選択することにより、クロックに対応して原点を登録する手段、

d) 前記加工機械の一つの軸に位置検出手段を持ち、これを加工機械のクロックに対応させ加工機械に対して動作を開始するまでの待機位置である原点を加工機械の原点クロックとして設定する手段、

e) ワーク搬送方向の最上流のロボットあるいは加工機械の原点クロックをシステムの原点クロックとして設定する手段、

f) システムの再生運転中に停止指示があっても、原点までは続行した方がかえって相互干渉を起こさずワークも不用意に放出しないと判断できる場合に、そのステップあるいは位置以降、原点のステップあるいは位置までは停止が入力されても緊急停止を除いて動作を続行する範囲として安全一工程(以下、安一と略す)範囲を設け、これを設定する手段、

g) 異常発生時に、異常を起こしたロボットあるいは

は加工機械自身は予め決められた安全な停止を行ない、ロボット相互のあるいは加工機械との干渉を避けるためにワークの運搬方向の上流あるいは下流のロボットあるいは加工機械に対し、停止を伝達し、停止を受け取ったロボットあるいは加工機械は夫々上記(4)の安全範囲かどうかを判断し、停止あるいは原点まで続行かを決定し、停止ならば更に自分と相互干渉を起こす恐れのあるロボットあるいは加工機械に対して停止を伝達し、次々に必要に応じて停止を伝達しシステムとしての干渉を未然に防止する異常を伝達する手段、

h) 各々のロボットあるいは加工機械のアクチュエータへのパワーの供給を制御する有効/無効信号を持ち、ロボットのティチング時はティチングを行うロボットだけを有効にセット出来るほか、トライアル時に必要なロボットあるいは加工機械だけにパワーを供給し、オペレータの安全を確保する手段、

i) ワークに関する情報を管理する手段であって、

1) 自分がどのロボットあるいは加工機械にワー

クを渡すかを示すワーク搬送相手番号を持ち、

2) 自分が離すことによってワークを渡すか相手がかかるか等の渡し方を定義する搬送方法番号を持ち、

3) ワークが加工済かどうかを示すワーク状態データを持ち、

どの時点であってもワークの状態およびワークに関する次の処理を判断できる管理手段、

j) クロックに増分値を加算してクロックを進ませ、実際に動作させるかどうかを制御するクロック毎のイネーブル信号発生手段、

k) 起動中であってワーク供給装置がワークを持っている場合にシステムクロックをイネーブルにし、システムクロックを進行させ、ワークの運搬方向最上流のロボットあるいは加工機械の原点クロックとシステムクロックが一致した時点で、このロボットあるいは加工機械のクロックをイネーブルにし、クロックを進行させ、順に下流のロボットあるいは加工機械の原点クロックに一致する毎に加工済ワークを保持していればこのロボットある

いは加工機械をイネーブルにし、動作を開始させることによって全てのロボットおよび加工機械のクロックを同期させる手段、

l) ワークを下流のロボットあるいは加工機械に渡す位置のクロックで何等かの原因で下流のロボットあるいは加工機械がワークを受け取れない場合に、原点までワークを持ったまま動いて停止するか、あるいはその場で異常と判断し停止する手段、

m) 再生運転時に基本時間ごとにロボットの到達すべき位置を計算する手段であって

1) 現在のステップのクロックの値と、次のステップのクロックの値との差を求め、

2) その差がクロックの増分値の何回分になるかの計算回数番号を求め、

3) 到達すべき目標位置と現在位置との差を計算回数番号で割ることによって位置の増分値を求め、

4) 現在位置にこの増分値を加算して第一補間点を求める、

5) 計算回数番号を-1し零でなければ、3) から

繰返して第n補間点を求めること

によって順次位置を補間し、クロックに同期した位置を計算する手段、

n) システムが停止状態から起動する時、あるいは一時停止状態から再起動する際に、加工機械の対応する位置を、加工機械のクロックとして初期設定し、システムクロックも同様に加工機械のクロックに初期設定する手段、

o) 加工機械のクロックと、換出位置との誤差を常時監視しクロックの増分値を加減してクロックと加工機械の対応する位置とを一致させる制御手段、

p) 上記o)の手段で同期制御を行なっている、なんらかの異常で加工機械の換出位置と、それに対応する加工機械のクロックとのずれがあらかじめ設定された許容範囲を越えた場合に、同期異常と判定し、システムを安全に停止させる手段。

② 一軸以上のロボット複数台と、それらを制御する一台のロボット制御装置と、ティチングを行うためにロボットを動かしたり位置の記録を指示する一つのティチングコントローラと、から成

る産業用ロボットシステムであって、前記システム内に一台の加工機械と一台のワーク供給装置が付加された産業用ロボットシステムであって、次の手段を含む産業用ロボットシステム。

- a) 一定の基本時間毎に、決められた増分値を加算し、システムのサイクルタイムでちょうど所定の飽和値に達し、再び零から加算を開始するように設定されたシステムクロックおよび各々のロボット毎および加工機械毎のクロック、
- b) 各々のロボットにおいて、クロックの値とロボットの位置とを対応して記録するプログラムの構成手段、
- c) ロボット毎に動作を開始するまでの待機位置である原点を設定し、プログラムの任意のステップを原点として選択することにより、クロックに対応して原点を登録する手段、
- d) 前記加工機械の一つの軸に位置検出手段を持ち、これを加工機械のクロックに対応させ加工機械に対して動作を開始するまでの待機位置である原点を加工機械の原点クロックとして設定する手段、

トあるいは加工機械に対して停止を伝達し、次々に必要に応じて停止を伝達しシステムとしての干渉を未然に防止する異常の伝搬手段、

- h) 各々のロボットあるいは加工機械のアクチュエータへのパワーの供給を制御する有効／無効信号を持ち、ロボットのティミング時はティミングを行うロボットだけを有効にセット出来るほか、トライアル時に必要なロボットあるいは加工機械だけにパワーを供給し、オペレータの安全を確保する手段、
- i) ワークに関する情報を管理する手段であって、
 - 1) 自分がどのロボットあるいは加工機械にワークを渡すかを示すワーク搬送相手番号を持ち、
 - 2) 自分が離すことによってワークを渡すか相手かとするか等の渡し方を定義する搬送方法番号を持ち、
 - 3) ワークが加工済かどうかを示すワーク状態データを持ち、
 どの時点であってもワークの状態およびワークに関する次の処理を判断できる管理手段、

e) ワーク搬送方向の最上流のロボットあるいは加工機械の原点クロックをシステムの原点クロックと設定する手段、

f) システムの再生運転中に停止指示があっても、原点までは続行した方がかえって相互干渉を起こさずワークも不用意に放出しないと判断できる場合に、そのステップあるいは位置以降、原点のステップあるいは位置までは停止が入力されても緊急停止を除いて動作を続行する範囲として安全一工程（以下安全一と略す）範囲を設け、これを設定する手段、

g) 異常発生時に、異常を起こしたロボットあるいは加工機械自身は予め決められた安全な停止を行ない、ロボット相互のあるいは加工機械との干渉を避けるためにワークの運搬方向の上流あるいは下流のロボットあるいは加工機械に対し、停止を伝達し、停止を受け取ったロボットあるいは加工機械は夫々上記(f)の安全範囲かどうかを判断し、停止あるいは原点まで続行かを決定し、停止ならば更に自分と相互干渉を起こす恐れのあるロボッ

j) クロックに増分値を加算してクロックを進ませ、実際に動作させるかどうかを制御するクロック毎のイネーブル信号発生手段、

k) 起動中であってワーク供給装置がワークを持っている場合にシステムクロックをイネーブルにし、システムクロックを進ませ、ワークの運搬方向最上流のロボットあるいは加工機械の原点クロックとシステムクロックが一致した時点で、このロボットあるいは加工機械のクロックをイネーブルにし、クロックを進ませ、順に下流のロボットあるいは加工機械の原点クロックに一致する毎に、加工済ワークを保持していればこのロボットあるいは加工機械をイネーブルにし、動作を開始させることによって全てのロボットおよび加工機械のクロックを同期させる手段、

l) ワークを下流のロボットあるいは加工機械に渡す位置のクロックで何等かの原因で下流のロボットあるいは加工機械がワークを受け取れない場合に、原点までワークを持ったまま動いて停止するか、あるいはその場で異常と判断し停止する手段、

■)再生運転時に基本時間ごとにロボットの到達すべき位置を計算する手段であって

- 1)現在のステップのクロックの値と、次のステップのクロックの値との差を求め、
- 2)その差がクロックの増分値の何回分になるかの計算回数番号を求め、
- 3)到達すべき目標位置と現在位置との差を計算回数番号で割ることによって位置の増分値を求め、
- 4)現在位置にこの増分値を加算して第一補間点を求める、
- 5)計算回数番号を-1し零でなければ3)から繰返して第n補間点を求めること

によって順次位置を補間し、クロックに同期した位置を計算する手段、

n)加工機械の動作サイクルタイムをシステムのサイクルタイムより短かく設定して動作させるものとし、加工機械のクロックと、それより早く動作する加工機械の検出位置が任意の時点で一致する様に、加工機械のクロックの任意の時点で加工機

械毎および加工機械毎のクロック、

- b)各々のロボットにおいて、クロックの値とロボットの位置とを対応して記録するプログラムの構成手段、
- c)ロボット毎に動作を開始するまでの待機位置である原点を設定し、プログラムの任意のステップを原点として選択することにより、クロックに対応して原点を登録する手段、
- d)前記加工機械の一つの軸に位置検出手段を持ち、これを加工機械のクロックに対応させ加工機械に対して動作を開始するまでの待機位置である原点を加工機械の原点クロックとして設定する手段、
- e)加工機械の原点クロックをシステムの原点クロックとして設定する手段、
- f)システムの再生運転中に停止指示があっても、原点までは続行した方がかえって相互干渉を起こさずワークも不用意に放出しないと判断できる場合に、そのステップあるいは位置以降、原点のステップあるいは位置までは停止が入力されても緊急停止を除いて動作を続行する範囲として安全一

械へのイネーブル信号をONして動作開始指示を与えることにより、加工機械の⁷デロックに加工機械の位置を同期させる加工機械の断続運転制御手段、
o)上記n)の手段で同期制御を行なってもなんらかの異常により、加工機械の検出位置と、それに対応する加工機械のクロックのずれがあらかじめ設定された許容範囲を超えた場合に同期異常と判定し、システムを安全に停止させる手段。

(3) 一軸以上のロボット複数台と、それらを制御する一台のロボット制御装置と、ティチングを行うためにロボットを動かしたり位置の記録を指示する一つのティチングコントローラと、から成る産業用ロボットシステムであって、前記システム内に一台の加工機械が付加された産業用ロボットシステムであって、次の手段を含む産業用ロボットシステム。

a)一定の基本時間毎に、決められた増分値を加算し、システムのサイクルタイムでちょうど所定の飽和値に達し、再び零から加算を開始するように設定されたシステムクロックおよび各々のロボッ

工程(以下、安一と略す)範囲を設け、これを設定する手段、

- g)異常発生時に、異常を起こしたロボットあるいは加工機械自身は予め決められた安全な停止を行ない、ロボット相互のあるいは加工機械との干渉を避けるためにワークの運搬方向の上流あるいは下流のロボットあるいは加工機械に対し、停止を伝達し、停止を受け取ったロボットあるいは加工機械は夫々上記(f)の安一範囲かどうかを判定し、停止あるいは原点まで続行かを決定し、停止ならば更に自分と相互干渉を起こす恐れのあるロボットあるいは加工機械に対して停止を伝達し、次々に必要に応じて停止を伝達しシステムとしての干渉を未然に防止する異常の伝達手段、
- h)各々のロボットあるいは加工機械のアクチュエータへのパワーの供給を制御する有効/無効信号を持ち、ロボットのティチング時はティチングを行うロボットだけを有効にセット出来るほか、トライアル時に必要なロボットあるいは加工機械だけにパワーを供給し、オペレータの安全を確保す

る手段、

- 1) ワークに関する情報を管理する手段であって、
 - 1) 自分がどのロボットあるいは加工機械にワークを渡すかを示すワーク搬送相手番号を持ち、
 - 2) 自分が離すことによってワークを渡すか相手とるか等の渡し方を定義する搬送方法番号を持ち、
 - 3) ワークが加工済かどうかを示すワーク状態データを持ち、

どの時点であってもワークの状態およびワークに関する次の処理を判断できる管理手段、

- j) クロックに増分値を加算してクロックを進ませ、実際に動作させるかどうかを制御するクロック毎のイネーブル信号発生手段、
- k) オペレータが加工機械にワークを供給し、起動ボタンを押すことによりシステムクロックをイネーブルにし、同時に加工機械のクロックをイネーブルにし、システムクロックおよび加工機械のクロックを進行させ、ワークの運搬方向下流のロボットの原点クロックとシステムクロックが一致し

- 4) 現在位置にこの増分値を加算して第一補間点を求める、

- 5) 計算回数番号を-1し零でなければ 3) から繰返して第n補間点を求めること

によって順次位置を補間し、クロックに同期した位置を計算する手段、

- n) システムが停止状態から起動する時、あるいは一時停止状態から再起動する際に、加工機械の対応する位置を、加工機械のクロックとして初期設定し、システムクロックも同様に加工機械のクロックに初期設定する手段、
- o) 加工機械のクロックと検出位置との誤差を常時監視しクロックの増分値を加減してクロックと加工機械の対応する位置とを一致させる同期制御手段、
- p) 上記o)の手段で同期制御を行なってもなんらかの異常により、加工機械の検出位置と、それに対応する加工機械のクロックとのずれがあらかじめ設定された許容範囲を越えた場合に、同期異常と判定し、システムを安全に停止させる手段。

た時点でこのロボットのクロックをイネーブルにし、クロックを進行させ、順に下流のロボットの原点クロックに一致する毎に加工済ワークを保持していればこのロボットをイネーブルにし、動作を開始させることによって全てのロボットおよび加工機械のクロックを同期させる手段、

- 1) ワークを下流のロボットに渡す位置のクロックで何等かの原因で下流のロボットがワークを受け取れない場合に原点までワークを持ったまま動いて停止するかあるいはその場で異常と判断し停止する手段、

- m) 再生運転時に基本時間ごとにロボットの到達すべき位置を計算する手段であって

- 1) 現在のステップのクロックの値と、次のステップのクロックの値との差を求め、
- 2) その差がクロックの増分値の何回分になるかの計算回数番号を求め、
- 3) 到達すべき目標位置と現在位置との差を計算回数番号で割ることによって位置の増分値を求め、

(4) 一軸以上のロボット複数台と、それらを制御する一台のロボット制御装置と、ティチングを行うためにロボットを動かしたり位置の記録を指示する一つのティチングコントローラと、から成る産業用ロボットシステムであって、前記システム内に一台の加工機械が付加された産業用ロボットシステムであり前段および後段に同様のシステムが接続される産業用ロボットシステムであって、次の手段を含む産業用ロボットシステム。

- a) 一定の基本時間毎に、決められた増分値を加算し、システムのサイクルタイムでちょうど所定の飽和値に達し、再び零から加算を開始するように設定されたシステムクロックおよび各々のロボット毎および加工機械毎のクロック、
- b) 各々のロボットにおいて、クロックの値とロボットの位置とを対応して記録するプログラムの構成手段、
- c) ロボット毎に動作を開始するまでの待機位置である原点を設定し、プログラムの任意のステップを原点として選択することにより、クロックに対

応して原点を登録する手段、

d) 前記加工機械の一つの軸に位置検出手段を持ち、これを加工機械のクロックに対応させ加工機械に対して動作を開始するまでの待機位置である原点を加工機械の原点クロックとして設定する手段、

e) ワーク搬送方向の最上流のロボットあるいは加工機械の原点クロックをシステムの原点クロックと設定する手段、

f) システムの再生運転中に停止指示があっても、原点までは続行した方がかえって相互干渉を起こさずワークも不用意に放出しないと判断できる場合に、そのステップあるいは位置以降、原点のステップあるいは位置までは停止が入力されても緊急停止を除いて動作を続行する範囲として安全一工程（以下、安一と略す）範囲を設け、これを設定する手段、

g) 異常発生時に、異常を起こしたロボットあるいは加工機械自身は予め決められた安全な停止を行ない、ロボット相互のあるいは加工機械との干渉を避けるためにワークの運搬方向の上流あるいは

を持ち、

3) ワークが加工済かどうかを示すワーク状態データを持ち、

どの時点であってもワークの状態およびワークに関する次の処理を判断できる管理手段、

1) システムの最上流のロボットあるいは加工機械の上記(1)のワークに関する情報を、前段のシステムに供給し、最下流のロボットあるいは加工機械のワークに関する情報を後段のシステムに供給する手段、

h) クロックに増分値を加算してクロックを進ませ、実際に動作させるかどうかを制御するクロック毎のイネーブル信号発生手段、

1) 起動中であって前段のシステムがワークを持っている場合に前段システムの最下流のロボットのクロックがシステム原点クロックに一致した時にシステムクロックをイネーブルにし、システムクロックを進ませ、ワークの運搬方向最上流のロボットあるいは加工機械の原点クロックとシステムクロックが一致した時点で、このロボットある

下流のロボットあるいは加工機械に対し、停止を伝達し、停止を受け取ったロボットあるいは加工機械は夫々上記(1)の安一範囲かどうかを判断し、停止あるいは原点まで続行かを決定し、停止ならば更に自分と相互干渉を起こす恐れのあるロボットあるいは加工機械に対して停止を伝達し、次々に必要に応じて停止を伝達しシステムとしての干渉を未然に防止する異常の伝達手段、

h) 各々のロボットあるいは加工機械のアクチュエータへのパワーの供給を制御する有効／無効信号を持ち、ロボットのティチング時はティチングを行うロボットだけを有効にセット出来るほか、トライアル時に必要なロボットあるいは加工機械だけにパワーを供給し、オペレータの安全を確保する手段、

1) ワークに関する情報を管理する手段であって、

- 1) 自分がどのロボットあるいは加工機械にワークを渡すかを示すワーク搬送相手番号を持ち、
- 2) 自分が離すことによってワークを渡すか相手がかかるか等の渡し方を定義する搬送方法番号

いは加工機械のクロックをイネーブルにし、クロックを進ませ、順に下流のロボットあるいは加工機械の原点クロックに一致する毎に、加工済ワークを保持していればこのロボットあるいは加工機械をイネーブルにし、動作を開始させることによって全てのロボットおよび加工機械のクロックを同期させる手段、

n) ワークを下流のロボットあるいは加工機械に渡す位置のクロックで、何等かの原因で下流のロボットあるいは加工機械がワークを受け取れない場合に、原点までワークを持ったまま動いて停止するか、あるいはその場で異常と判断し停止する手段、

n) 再生運転時に基本時間ごとにロボットの到達すべき位置を計算する手段であって

- 1) 現在のステップのクロックの値と、次のステップのクロックの値との差を求め、
- 2) その差がクロックの増分値の何回分になるかの計算回数番号を求め、
- 3) 到達すべき目標位置と現在位置との差を計算

回数番号で割ることによって位置の増分値を求め、

4) 現在位置にこの増分値を加算して第一補間点を求める、

5) 計算回数番号を-1し零でなければ 3) から繰返して第n補間点を求めること

によって順次位置を補間し、クロックに同期した位置を計算する手段、

o) システムが停止状態から起動する時、あるいは一時停止状態から再起動する際に、加工機械の対応する位置を、加工機械のクロックとして初期設定し、システムクロックも同様に加工機械のクロックに初期設定する手段、

p) 加工機械の動作サイクルタイムをシステムのサイクルタイムより短かく設定して動作させるものとし、加工機械のクロックと、それより早く動作する加工機械の検出位置が任意の時点で一致する様に、加工機械のクロックの任意の時点で加工機械へのイネーブル信号をONして動作開始指示を与えることにより、加工機械のクロックに加工機械

のクロック信号による同期をとりながら、ワークを加工、運搬する必要がある。この相互インターロックによる同期は、相手が、ある所定の位置に来たことをリミットスイッチ等を使って検知し自分が動作しても干渉しないことを確認し動作を開始する方法がとられている。

(発明が解決しようとする課題)

この方法では必ず相手が所定の位置で停止しているか、あるいは自分のこれから動こうとする範囲に相手がいないことを確認してから動作するために、作業自体に必要な時間以上に、無駄ともいえる待ち時間を必要とする。

またワークを相手に渡したり、相手から受け取る際に、お互いのハンドの相対移動速度を零に制御出来ないために、それぞれのロボットを静止させてからワークを受け渡す必要がある。この為にロボット本体の加速、減速を必要以上に行い、機械的寿命を縮めている他、エネルギーの無駄使いにもなっている。

ロボットシステム内に加工機械が存在し、ロボ

ットの位置を同期させる加工機械の断続運転制御手段、q) 上記p) の手段で同期制御を行なっているにもかかわらずの異常により、加工機械の検出位置と、それに対応する加工機械のクロックとのずれがあるかじめ設定された許容範囲を越えた場合に、同期異常と判定し、システムを安全に停止させる手段。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は一軸以上のロボット複数台で構成されるロボットのシステムを一台の制御装置で制御し付随して設置される加工機械のどれか一軸と同期して全てのロボットが同時に動作することのできる産業用ロボットシステムに関する。

(従来の技術)

従来、産業用ロボットは、一台の制御装置と一台の機械本体とティチングに関する指令を行う一台のティチングコントローラから構成されている。複数台のロボットを使ってワークを加工したり、ワークを運搬する場合には当然のことながら、複数台の制御装置を使用して、それらの相互インタ

クトがその加工機械にワークを供給したり、取り出したりする際にも同様の事がいえる。加工機械が、所定の待避位置に来たことを確認したうえでないとロボットは、ワークの供給、取りだしは出来ない。

この様に、従来の複数台のロボットおよび加工機械から構成されるシステムでは、エネルギーをかけて加速減速を繰り返しながらもサイクルタイムが本来必要な時間以上にかかり、効率的に運用することが出来なかった。

また、従来のロボットのプログラムは再生の順序を表すステップと、そのステップの物理的位置を表すステップデータと、ステップ間を移動する移動時間と、そのステップで行ういくつかの入出力信号処理から構成されている。

ステップ間を移動する時間は、二つの位置の間を移動する指示時間であり、実際に動く時間とは誤差がある。またこれらの各ステップの指示時間の合計がサイクルタイムになるべきであるが、おのおののステップで誤差が有るものを合計すれば、

その誤差が累積されて、サイクルタイムとしては、大きな誤差を持つことになる。さらに、従来の位置制御方法では、ステップごとに指令位置に到達したことを確認してから次のステップの指令位置データを指示するために、その待時間だけステップごとにサイクルタイムに加算され実際のサイクルタイムは動かしてみないと判らないというのが現状である。

複数台のロボットをたとえ一つの制御装置で制御しても、この位置制御方法では、全てのロボットのサイクルタイムを全く同じにすることは出来ない。従って、信号線を実際に接続しないまでも、内部でのロボットの同期方法は相互インターロック方式と等価になってしまう。

〔課題を解決するための手段〕

このため本発明は特許請求範囲に記載の産業用ロボットシステムを提供することによって上述した従来製品の課題を解決した。

〔作 用〕

即ち従来のロボットを使つてのロボットシステム

の問題点に対し、本発明では相互インターロックを取り除き、加工機械の動作にリアルタイムに同期して、全てのロボットおよび加工機械を停止させることなく動作させる事によって、システムの無駄時間を排除し効率の良いロボットシステムを実現するものとなった。

相互インターロックをなくすために、制御装置を一台とし、一つの制御装置で複数台のロボットを、同期を取りながら動作させる。この事により、相手の位置と自分の位置が制御装置内で管理でき、ワークの受け渡しに際してもロボットを静止させる必要がなくなった。

さらに本発明ではプログラムの構成方法を変更し複数台のロボット及び加工機械のサイクルタイムを全て同じに制御し、また加工機械の動作の変化にもリアルタイムに全てのロボットの動作を追従させる事によって、相互インターロックを全く不要とし、全てのロボットおよび加工機械を停止することのない、経済的なロボットシステムを実現するものとなった。

また、ロボットを停止させずにワークを受け渡す為には、ロボットの各々の軸の加減速を極力減らし、受け渡す時のお互の速度を同じに設定しかつ相対位置の変化を零にする必要がある。この為、上記の方式のサイクルタイムを同じに出来る同期方式を利用し、さらに、最適な動作軌跡も設定する必要がある。そしていかに各々のロボットの各々の軸の加減速を最少に出来る軌跡を設定するかは、システムのサイクルタイムおよび寿命に大きく影響するが、本発明では、この軌跡も提案し、最適なシステムを実現している。

そして、一つのシステムのサイクルタイムが最適に制御出来たとしてもシステムをいくつか連続して接続する際に、システム間のワークの搬送にコンベア等を使用したのでは、次のシステムの先頭でワークを再位置決めする必要があるが生じ、せっかくの個別のシステムの能力を発揮出来ないので、本発明では、最初からシステム同志の接続を検討し、位置決めしたままワークをシステムの出口まで搬送し、直接次のシステムと接続する事を可能

にし、さらにシステム同志の同期手段も提案した。これによって無駄がなくシステム内の全ての要素が停止することなく、少ないエネルギー消費量でサイクルタイムの短い、理想的な生産のための複合システムが構成できるものとなった。

〔実施例〕

次に本発明の請求項1の実施例につき図面を参照して説明する。第1図は3台のロボット(1,2,3)及び1台の加工機(4)を使用した場合を例示的に説明する。ディスククッキーフィーダー(ワーク供給装置)(5)より供給される図示しないワークをNo1ローダーであるロボット1(1)がNo1プレス装置である加工機(4)に投入し、それをプレス装置が加工後、No1アンローダーであるロボット2(2)が取出し、アンローダーはさらに、そのワークをNo1シャトルフィーダーであるロボット3(3)へ受渡しし、シャトルがワークをシステム最下流まで搬送するという産業用ロボットシステムである。3台のロボット(1,2,3)はそれぞれ図示しないクロックと位置を対応させてティーチングされており、クロ

ックの増加にともなってそれぞれ動作し、システムの上流から下流へとワークを搬送できる様にタイミングされているものとする。加工機(4)は、図示しない1個のロボット制御装置より起動信号をもらい、起動信号ONで起動、起動信号OFFで停止するものとし、それ以外の制御は加工機(4)自身が制御するものとする。また加工機(4)は、加工機自身に異常が発生した場合に、加工機異常有信号を、加工機起動中には加工機起動中信号を、加工機停止中には加工機停止中信号をそれぞれロボット制御装置へ返すものとする。また加工機(4)には加工する工程に応じたクロックを発生する図示しない装置(エンコーダー)が取り付けられており、これをロボット制御装置に取り込み加工機(4)のクロックに対応させるものとする。

装置番号	1	2	3	4
ワーク渡し方法	0	2	1	0
上流装置	システムクロック	ロボット1クロック	加工機クロック	ロボット2クロック
下流装置	加工機	ロボット2	ロボット3	(ワーク受取装置)
位置流装置	(ワーク供給装置)	ロボット1	加工機	ロボット2
加工機クロック	(3300)	2000	(400)	(1900)
起動OFFクロック	600	-	1300	3000
起動ONクロック	2000	-	3500	800
原点クロック	1800	0	2000	700
ロボット1	加工機	ロボット2	ロボット3	

(値和値 = 4000)

注1) () のあるものは図示的に設定するものである。

注2) ワーク渡し方法の値は以下の値をもつ。

0. 無条件に相手に渡す。
1. 相手と同様に受渡す。
2. 相手に無条件で取ってもらう。

第1表 装置位置転送条件設定表

各装置はそれぞれ第1表に示す様に上流及び下流の装置、上流及び下流のクロック、ワーク渡し方法があらかじめ設定されているものとする。各装置の原点は、ワークを受取るあるいは加工する手前に設けるものとし、第1表の様に設定されているものとする。また、クロックの増分値、飽和値は、システム起動前にあらかじめ、設定されるものとする。また、第1図のディスタックフィーダー(ワーク供給装置)は、ワーク有信号、起動中信号(イネーブル信号として扱う)をロボット制御装置へ与えるものとする。本システムでは、加工機(4)をマスターと考え運転されるものとし、加工機(4)は起動されると連続運転するようにされている。第2図は本発明の実施例であるシステム制御ブロック図であり、第3図は制御の流れを示すフローチャートである。以下にその内容について述べる。第2図の2-Aは、システム制御部(A-1)とクロック監視部(A-2)とシステムクロックカウンタ部(A-3)と定時刻込み発生部(A-4)により構成される。

システム制御部(A-1)は第3図(a)に示すフローで実行する。システム制御部(A-1)がスタートすると、停止チェックルーチン(21)及び異常チェックルーチン(22)及びクロック監視ルーチン(23)を起動する。以後各ルーチン(21, 22, 23)は、定時刻込み発生部(A-4)より割り込みが発生する毎に処理を繰り返す。次にシステム制御部(A-1)は、起動の有無をチェック(a-1)し、起動要求があると、全装置(ロボット1~3、加工機械)の次サイクル禁止をOFF(26)し、さらに全装置をディスエーブル(動作禁止状態)にセット(27)する。次にシステム起動中フラグ(SYS)を1(起動中ON)にセット(29)して、起動要求に対する処理を終了する。以後、SYSが0(起動中OFF)するまでブロック(a-2)でループして、SYSが0となった時点で再び起動要求待(a-1)となる。

次に第2図(A-3)のシステムクロックカウンタ部は、第3図(b)に示すフローで実行する。このシステムクロックカウンタ部(A-3)も定時刻込み発生部(A-4)より割り込みが発生毎に処理を繰り返す。

(236)

ル禁止OFF をチェックし、ONであればイネーブルとせずに終了する。

これにより、ロボット1 (1)を次サイクル禁止の場合に原点でディスエーブルすることができる。次に、ロボット1は上流装置が加工済ワークを持ち、かつイネーブルである場合の条件でイネーブルとされる。なお、ロボット1 (1)は最上流装置であるが、この場合ワーク供給装置であるディスタックフィーダー(5)をロボット1の上流として考え、ディスタックフィーダーよりのワーク有信号ONであれば、上流装置の加工済ワーク有と扱い、ディスタックフィーダーが起動中信号ON状態であれば、上流装置のイネーブルとして扱う。この第3図(c-1)の処理は、ロボット2 (2)、ロボット3 (3)、加工機(4)においても同様に処理される(238, 239, c-9)。これによって各装置が各装置の上流クロックと各装置自身の原点クロックと一致した時点で、上流のワークの有無より判断しイネーブルとすることを實現でき、上流から下流に対して各装置を同期させることができる。次にクロック監視ルー

チン(23)は、第3図(c-8)においてロボット1クロックがロボット1原点クロックと一致しているかをチェックし(245)、ロボット1が原点かどうかの原点フラグをセットする(246)。ロボット2, 3, 加工機(2, 3, 4)においても第3図(c-8)と同様の処理を行なう(240, 241, 242)。次にクロック監視ルーチン(23)は、第3図(c-7)において、クロックと加工機械との同期制御のための処理を行なう。ここでは、ロボットの制御装置とは独立して制御されている加工機械に対してシステムクロックの増分値 ΔC を増減させることにより、加工機械に対してシステムクロックを同期させることを目的としている。加工機械がイネーブルである場合に加工機械の検出位置と加工機械のクロックの差として、

$\Delta CD = \text{加工機械検出位置} - \text{加工機械クロック}$ を求める。(243)

この ΔCD が0であれば、加工機械と加工機クロックは一致していることになり、同期しているものと判断し、処理を終了する。もし、 $\Delta CD < 0$

0である場合に、

$$\Delta C = \Delta C + \Delta CD * a$$

より、 ΔC を増減する。(a…あらかじめ与えられた定数)(244)

これによって、加工機械の検出位置に対して加工機械のクロックが遅れている場合は、 ΔC を増加させ、逆に進んでいる場合は ΔC を減少させることが可能となり、第3図(c)のシステムクロックカウンタ部フローチャートよりシステムクロックを早めたり遅らせたりすることができ、加工機に同期することを實現できる。

次に、クロック監視ルーチンは、加工機械の検出位置と加工機械クロックとのずれ ΔCD が

$$|\Delta CD| > \text{ずれ許容範囲}$$

であるかをチェックし、 $|\Delta CD|$ が許容範囲を越えている場合に、同期異常有として判定する。これによって、通常加工機械に対して同期しているクロックがなんらかの異常により、同期ずれを発生しても、同期異常を判断し、干渉を未然に防ぐことができる。以上がクロック監視部(A-2)の

クロック監視ルーチン(23)である。

次に停止チェックルーチン(第3図(a)21)について述べる。停止チェックルーチン(21)は第3図(a)に示すフローで実行し、定時割込み発生毎に処理が行なわれる。停止チェックルーチン(21)は、まずシステム停止要求の有無をチェックし(211)、要求があれば、最上流の装置(本システムではロボット1にあたる)の次サイクル禁止をONする(212)。次に第3図(a)(d-1)において、ロボット1がディスエーブルである場合にロボット1の下流に対してロボット1の停止を伝達する処理として、ロボット1の下流に次サイクル禁止をONする。ここでは、ロボット1がディスエーブルであり、ロボット1の次サイクル禁止がONしていれば、ロボット1下流の次サイクル禁止をONする(214)。ロボット2,3,加工機(2,3,4)においても第3図(a)(d-1)と同様に処理する(215,216,d-2)。これによって上流が次サイクル禁止ONによって、原点でディスエーブルになると、次サイクル禁止が下流へ伝搬され、各装置は順次原点で停止することが

して対応するクロックの範囲であらかじめ教示しておくことにより、上流もしくは下流の異常等による停止指示があっても、自分のクロックが安一範囲内であれば、そのまま動作を続行でき、現在の動作サイクルを原点まで完了でき、安一範囲外であれば、自分もその場停止するためのものである。これにより各装置は、干渉の危険がない限り、動作を続行して原点で停止するため、不必要なその場停止を避けることができ、途中停止による原点復帰の手間を減少させることができる。以上の手段により各装置は、その場停止もしくは続行を判定される。

次に、異常チェックルーチンはさらに上流が存在するかをチェック(223)し、もし存在するならば再び(222)へ戻り、同様の処理を実施する。もし、これ以上、上流が存在しない場合は、ロボット1より上流のすべての装置に対して、次サイクル禁止をON(224)する。これにより、ロボット1で異常が発生すれば、その上流に順次異常が伝搬され、その場停止もしくは次サイクル禁止により

できる。次に、停止チェックルーチン(21)は全装置がディスエーブルであるかをチェックし(217, 217', 217'', 218)、そうであれば起動中フラグ(SYS)を0(起動中OFF)にセット(219)して処理を終了する。以上が停止チェックルーチンである。

次に異常チェックルーチン(第3図(a)22)について説明する。異常チェックルーチン(22)は第3図(a)に示すフローで実行し、定時割込み発生(220)毎に処理を行なう。第3図(a)(e-1)はロボット1(a)の異常処理部である。まず、ロボット1における異常の有無をチェックし、異常有であればロボット1をディスエーブル(動作禁止とし、その場停止する。)とする。次にロボット1の上流があるかをチェックし、もし上流が存在する場合には、上流ロボットが安一範囲かどうかをチェック(222)し、もし安一範囲外であれば、上流装置をディスエーブルとし、停止させる。この安一範囲とは、上流もしくは下流が異常で停止した場合に、そのまま動作を続行しても、上流もしくは下流の停止している装置と干渉する危険のない位置の範囲と

原点でディスエーブルされ、原点で停止する。

次に異常チェックルーチンは、ロボット1より下流が存在するかをチェックし、もし下流が存在する場合は、下流が安一範囲であるかをチェックし(225)、安一範囲外であれば下流をディスエーブルとしその場停止させ、さらに下流があるかをチェックし、あれば再び(225)より同一の処理を行なう。もし、(225)で安一範囲内である場合には、下流の次サイクル禁止をONして処理を終了する。これによりロボット1で異常が発生すると、下流に対して異常が伝搬され、安一範囲外であれば、その場停止させ、そうでない場合は、次サイクル禁止ONにより原点まで続行させる。この次サイクル禁止は、停止チェックルーチン(d-1)により、さらに下流へと伝搬されるため、下流装置は順次原点で停止してゆくことになる。

以上が、ロボット1での異常処理であり、ロボット2、ロボット3、加工機においても同様の処理が行なわれる。以上が異常チェックルーチンである。

ここで第2図システムブロック図に戻る。第2図(2-A)のシステムブロックにおいては、前述の各ルーチン処理することにより、上流のワークの有無、自分が原点かどうかをチェックし各装置のイネーブルの可/不可を判定でき、また、上流もしくは自身もしくは下流の停止及び異常の有無、干渉の有無をチェックしディスエーブルの要/不要を判定できる。

次に第2図(2-B)のロボット1ブロックについて説明する。第2図(2-B)のロボット1ブロックは、ロボット1制御部(B-1)、ロボット1運転条件登録部(B-2)、ロボット1クロックカウンタ部(B-3)、ロボット1有効/無効選択部(B-4)、ロボット1指令位置計算部(B-5)、ロボット1位置データー記録部(B-6)、ロボット1サーボアンプ部(B-7)より構成される。

以下に各ブロックの処理について述べる。まず、ロボット1制御部(B-1)は第3図(ハ)に示すフローにより実行する。ここでは、まずロボット1がイネーブルであるかチェックし(260)、イネーブル

であれば以下の処理を行なう。ロボット1がイネーブルの場合、ロボット1クロックの現在値よりロボット1の指令位置を計算し(261)、その指令位置をロボット1サーボアンプ部(B-7)へ出力する(262)。次に第3図(2-1)において、ワークの吸着ONのための処理を行なう。まず、ロボット1クロックがワーク吸着ONのクロックであるかチェックして(263)、そうである場合にワークを受取る相手である上流がイネーブルか(264)または、上流のワーク渡し方法が2(相手に取ってもらう)かチェックし(265)かつ、ワークを保持していれば(267)、ロボット1のワーク吸着信号をONし(268)、同時にロボット1ワーク有をONとする(269)。

次に第3図(2-2)において、ロボット1が現在保持しているワークを加工前ワークから加工済ワークへと切換る処理を行なう。これは、本システムにおいては、ロボットは搬送のみを行ない、ロボット自身は加工を行なわないが、ロボット自身が加工を行なう場合を想定して、ロボット1の吸

着ONのステップと、吸着OFFのステップの中間のステップを仮想的にワーク加工ステップとして扱い、このステップを通過することにより、ロボット1は加工前ワーク有から加工済ワーク有へと切換えられるものとしている。次に第3図(2-3)において、ロボット1のワーク吸着OFFのため処理を行なう。ここではロボット1クロックがロボット1のワーク吸着OFFのクロックであるかチェックし(275)、そうである場合にワークを渡す相手である下流がイネーブルであるか(276)または、ロボット1のワーク渡し方法が0であるか(278)をチェックし、かつ、ワーク有でなければ(279)、ロボット1の吸着信号をOFFし(280)、同時にロボット1のワーク有をOFFする(280')。以上がロボット1制御部のロボット1運転ルーチンである。

次に運転条件登録部(B-2)について述べる。ここでは、第1表にある様な、ロボット1の原点クロック、吸着ONステップ、吸着OFFステップ等の運転に必要とされる各種条件をティーチングコントローラーよりの操作にて登録を行なう。

次にロボット1クロックカウンタ部(B-3)について述べる。ロボット1クロックカウンタ部は第3図(ハ)に示すフローで実行する。定時割込み発生毎に(40)、ロボット1がイネーブルであるかチェックし(41)、イネーブルである場合のみ、ロボット1クロック(CLK1)にシステムクロック(CLK)の値をそのままセットする。これは他の装置でも同様であり、すべての装置がイネーブルとなり動作している時は、すべての装置のクロックは、システムクロックと同じ値を持つことになり、すべて同一のクロックにて制御されることになる。

次にロボット1有効/無効選択部(B-4)について述べる。ロボット1有効/無効選択部(B-4)では運転開始に際してロボット1を有効(動作可)か無効(動作不可)かをティーチングコントローラー(6)よりの操作により選択する。

有効と選択することにより、図4の選択したロボットの接点が閉じ、サーボアンプユニットからの動力がモーターへ供給され、無効の場合は接点が開いているため動力は供給されない。これによ

り有効と選択されたロボットには動力が供給されるため、手動操作や運転が可能な状態となるが、無効と選択されている場合は動力が供給されないため、作業者が教示のための操作を行なっている時に、不意に予想しないロボットの動作によって事故につながる危険が無く、また不要なロボットに動力が供給されないため省エネルギーにも役立つ。

次にロボット1指令位置計算部(B-5)について述べる。ロボット1指令位置計算部(B-5)では、第3図(1)に示す指令値計算ルーチンのフローにより指令位置を計算する。ここでは、クロックの現在値及び現在のステップのクロック値及びロボットの位置、次のステップのクロック値及びロボットの位置より現在のクロック値に相当する指令位置を計算する。各パラメーターを以下の通りとしてその計算方法について述べる。

クロック増加間隔 t (秒) … 定時割込発生周期に一致
 クロック増分値 ΔC (/回または/秒)
 現在のステップSのクロック値 C_s

$$\begin{aligned} CNT &= \frac{CNT1}{CNT2} = \frac{\frac{C_{s+1} - CLK1}{\Delta C}}{\frac{CT}{t}} = \frac{(C_{s+1} - CLK1) \cdot t}{\Delta C \cdot CT} \\ &= \frac{C_{s+1} - CLK1}{\Delta C} \quad (\text{回}) \end{aligned}$$

現在位置から点 P_{s+1} へ移動する間の第 n 回目の指令値計算式は

$$P_n = P_s + \left(1 - \frac{n}{CNT}\right) \cdot (P_{s+1} - P_s)$$

$$(n = CNT - m : m = 0, 1, 2, \dots, CNT)$$

となり、第0回目の指令値計算では $n = CNT$ として計算し、第1回目においては n より-1した値つまり $CNT-1$ として計算する。以後順次 n を-1して計算される P_n を指令値として出力し、 $n=0$ にて指令値は点 P_{s+1} に到達することになる。なお、ステップ $S+1$ のクロック C_{s+1} と $CLK1$ は $n=0$ の時に一致するはずであり、この状態がクロックと位置との同期が正しい状態である。 $CLK1$ の方が C_{s+1} より進めば計算回数 CNT は減少し、同期を回復し

現在のステップSの位置 P_s
 次のステップ $S+1$ のクロック値 C_{s+1}
 “ 位置 P_{s+1}

また、第3図(1)に示すロボット1制御部運転ルーチンの1ループあたりの処理時間が最大 CT 秒以内で行なえるものとする指令位置計算を1回/ CT 秒で行なう様に定義する。ただし、 $t \leq CT$ の関係があるものとし、以下では $t = CT$ つまりクロック増加間隔と指令値計算間隔が等しいものとして述べる。

現在位置から点 P_{s+1} へ移動する間のクロック増加回数 $CNT1$ は、ロボット1のクロックを $CLK1$ として、

$$CNT1 = \frac{C_{s+1} - CLK1}{\Delta C} \quad (\text{回})$$

指令値計算間隔内のクロック増加回数 $CNT2$ は

$$CNT2 = \frac{CT}{t} = 1 \quad (\text{回})$$

従って、現在位置から点 P_{s+1} へ移動する間の指令値計算回数 CNT は

ようにする。このフローチャートを第3図(1)に示す。第5図に、図解例を示す。

次にロボット1位置データー記録部(B-6)について述べる。ここでは、ティーチングコントローラ(1)からの操作によってロボット1の各軸の位置データー及びそれに対応するクロックの値を第6図の構造で各ステップごとに記録しておく。図6のa部は0もしくは1が記録され、1と記録されているステップは原点ステップを意味するものとし、そのステップのクロック値及び軸データーは原点クロック及び原点位置として扱われる。このデーターは、ロボット1指令位置計算部(B-5)にて指令位置計算時に毎回読み出される。

次にロボット1サーボアンプ部(B-7)について述べる。ここでは、ロボット1指令位置計算部(B-5)にて計算された指令位置データーを受取り、このデーターによってサーボアンプを駆動し、ロボット1(1)の各モーターを動作させる。以上がロボット1ブロック(2-B)の各処理内容である。ロボット2(2)、ロボット3(3)においても以上と同様

の処理が行なわれる。

次に加工機ブロック(2-C)について述べる。加工機ブロック(2-C)は加工機制御部(C-1)、加工機運転条件登録部(C-2)、加工機クロック検出部(C-3)、加工機有効/無効選択部(C-4)より構成される。まず、加工機制御部(C-1)について述べる。加工機制御(C-1)は第3図(U)に示すフローにより実行する。ここでは、まず加工機械が有効かをチェック(60)し、有効であればまず加工機械起動ONクロック値(MON)に、加工機械原点クロック値(GCLK)をセットする。次に加工機械がイネーブルであるかをチェック(61)し、イネーブルであれば加工機械クロックが加工機械起動ONクロック(MON)と一致しているかをチェックし、一致していれば加工機械起動信号をONして、加工機械を起動する。もし、加工機械がイネーブルでなければ、加工機械起動信号をOFFする。次に加工機運転条件登録部(C-2)について述べる。加工機運転条件登録部(C-2)では第1表の加工機原点クロック等の運転に必要とされる各種条件をティーチングコ

ントローラーよりの操作で登録する。次に加工機クロック検出部(C-3)について述べる。ここでは、加工機に取付けられた図示しない加工機の位置を検出する装置(例えばエンコーダ)からのデータを読み取る。このデータは加工機現在位置クロックとして扱われる。次に加工機有効/無効選択部(C-4)について述べる。ここではティーチングコントローラー(6)からの操作により加工機の有効/無効を選択できる。以上が加工機ブロックの処理である。以上で第2図システムブロック図の説明を終る。

以上の処理のうちシステム起動要求時の処理をまとめたものが第7図であり、システム停止要求時の処理をまとめたものが第8図である。両図とも第1表の設定条件による。まず第7図について説明する。全装置が原点にいるものとし、 $t=0$ においてシステム起動要求があったものとする、 $t=0$ よりシステムクロックが制御装置の内部クロックとしてカウントを開始する。システムクロック1サイクル目においてシステムクロックがロ

ボット1原点クロックに一致し、ワーク供給装置よりワークが供給されていれば、ロボット1がイネーブルとなり(66)、ロボット1クロックがカウント開始する。その後ロボット1クロックが2サイクル目に入ったところで加工機原点クロックに一致し、ロボット1がワークを保持していれば加工機がイネーブルとなり(67)、同時に第3図(J)より、加工機械起動ONクロックに一致するため、加工機械起動信号がONし、加工機が起動され加工機クロックがカウント開始する。

その後加工機クロックがカウントアップしロボット2原点クロックに一致し、加工機が加工済ワークを保持していればロボット2がイネーブルとなり(68)、ロボット2クロックがカウント開始する。その後ロボット2クロックがカウントアップしロボット3原点クロックに一致し、ロボット2がワークを保持していればロボット3がイネーブルとなり(69)、ロボット3クロックがカウント開始する。以上の様にして、上流のクロックと自身の原点クロックが一致することにより自身をイネ

ーブルとするという方法で下流に伝搬することにより、全装置を同期して動作させることができる。次に第8図について説明する。全装置がイネーブルとなっている最中にクロック値3500においてシステム停止要求が発生したものとする(70)。この時点で、最上流のロボット1が次サイクル禁止ONとされるため、ロボット1クロックが次のロボット1原点クロックに一致した時点でディスエーブルとなる(71)。この時点でロボット1の下流の加工機が次サイクル禁止となり、加工機クロックが次の加工機原点クロックと一致した時点で、加工機がディスエーブルとなり加工機は停止する(72)。同時に、加工機の下流であるロボット2が次サイクル禁止となり、ロボット2クロックが次のロボット2原点クロックと一致した時点でロボット2がディスエーブルとなる(73)。同時にロボット2の下流であるロボット3が次サイクル禁止となり、ロボット3クロックの次のロボット3原点クロックと一致した時点でロボット3がディスエーブルとなる(74)。以上の様にしてシステムの最上流よ

り順に原点にてディスエーブルとすることが可能となり、システム内にワークを残さずに停止すること(75)が実現できる。以上が請求項1の実施例である。

次に請求項2の実施例につき請求項1と同じシステム構成として説明する。

システム構成は請求項1で説明したと同じ第1図の構成とするが、請求項1においては、加工機(4)は連続運転を行なうシステムであるが、加工機(4)の運転速度がロボット(1, 2, 3)の最高速度より速い場合や、システムとしての運転速度を落したいが、加工機の運転速度は落せない場合では成り立たなくなる。このために、請求項2の実施例では、加工機(4)を1サイクルごとに停止させる断続運転により、ロボット速度(システム速度)に同調させるというシステムであり、かつこのシステムのマスターはロボット1とする。これらを除けば基本的に請求項1とまったく同一のシステムとなる。従ってシステム制御ブロック図は第2図と同一であり、以下に各ブロックにおける処理の

相異点のみを述べる。

まず第9(a)の加工機運転ルーチンであり、これは請求項(1)の図3(j)とは異なっている。

この理由は前述の様に加工機の運転速度をロボットのクロック速度より速く設定し、加工機のみ断続運転させるために、請求項1の様に原点クロックに一致した時点で加工機を起動すると加工機の進行がロボットよりも速くなり干渉が発生する可能性があるため、干渉のない起動タイミングとして加工機の任意の位置が加工機クロックの任意のクロック値に一致する様な加工機の起動ONクロックを求め、干渉の可能性のないクロック値にて加工機を起動するからである。

以下に図9(a)について説明する。まず、加工機起動ONクロック値を(MON)、加工機起動OFFクロック値を(MOFF)、ライン速度、つまりシステムクロックの速度を(LSP)、加工機の運転速度を(MSP)、加工機の原点クロックを(GCLK)、加工機クロックと加工機の位置を一致させる任意のタイミングを(CCLK)とすると、

MON, MOFF, CCLK, GCLKは、クロック値として0～4000の間のいずれかの値を持つものとし、LSP, MSPは速度としてSPM単位(ストローク/分)で与えられるものとする。

加工機起動ONクロック(MON)は次式で求める。

$$MON = (1.0 - LSP/MSP) * CCLK \div GCLK$$

となる。

例えば LSP=10_{SPM} MSP=20_{SPM} で、

CCLK=2000, GCLK=0 とすると、

$$MON = (1.0 - 10/20) * 2000 \div 0 = 1000$$

となる。つまり速度比が1:2でクロック値2000にて加工機の位置とクロックを一致させたい時は、加工機クロックが1000のタイミングで起動すれば良いことになる。

また、加工機起動OFFクロック(MOFF)は、

$$MOFF = (LSP/MSP) * \text{クロック飽和値} + MON$$

で求める。

図9(b)にその時のクロックを図示する。

以上の様にして、加工機起動ONクロック及び加工機起動OFFクロックを求める。次に加工機がイ

ネーブルかをチェックし(61)、イネーブルであれば、加工機クロックが加工機起動ONクロックと一致しているかどうかをチェックし(62)、一致していれば加工機起動信号をONする。また、加工機起動OFFクロックと一致していれば、加工機起動信号をOFFする。以後、この処理を加工機がイネーブルである間繰り返して、加工機の起動を断続的に行なう。

以上の条件を満たすクロック値にて加工機を起動してやれば加工機がロボットより速い速度で断続運転を行なっても干渉せずに請求項1と同様のシステムが実現できる。

以上1点のみが請求項1の実施例との相異点である。第10図に請求項2の実施例システムのシステム起動要求が発生した場合のサイクル図を示す。加工機クロックの部分を除けば第7図とまったく同じであり、加工機上流のロボット1クロックが加工機起動ONクロックに一致した時点(79)で、加工機がイネーブルとなり、加工機起動OFFクロックに一致した時点でディスエーブルとなる。以上

で請求項2の実施具体例の説明を終える。

次に請求項3の実施例の説明に入る。請求項3のそれは、第11図の様に第1図のシステムより、ディスタックフィーダー(6)即ちワーク供給装置及びロボット1(1、№1ローダー)を無くしたシステムを例に説明する。このシステムではワークを作業員(80)が投入し、図示しない起動ボタンを押すことによりシステムが起動するというもので、加工機(4)が最上流装置であり、かつマスター装置となる。

このシステムでは、作業員が起動ボタンを押すことによりまず加工機(4)が起動し、以後順に下流のロボット(2、3)が起動してゆく。加工機(4)が加工後再び原点に戻ってもまだ作業員(80)が次の起動ボタンを押していない場合は、加工機は原点で停止し、以後下流のロボットも順に原点で停止する。また、加工機が原点に戻る前に作業員が次の起動ボタンを押していた場合は加工機及びロボットは原点で停止せずに次のサイクルに連続して動作するシステムである。このシステムにおいても

これによって最上流の加工機は次サイクル禁止のため1サイクル運転して原点でディスエーブルとなる。このディスエーブルが順次下流のロボットに伝搬されるため、下流のロボットも順次原点でディスエーブルとなる。これによってシステムの1サイクル運転が可能となる。また、加工機がイネーブルとなっている間(原点で停止する前)に次の起動ボタンが押されると、第12図(a)ブロック(81)よりブロック(82)へ分岐し、ブロック(82)にて最上流である加工機の次サイクル禁止をOFFするため加工機が原点に戻っても続けて次のサイクルに連続して入る。当然下流のロボットも上流がイネーブルで、次サイクル禁止はOFFとなっているため、連続して次のサイクルに入る。

この様にしておけば、加工機クロックが加工機の原点クロックに一致した時、再び加工機の次サイクル禁止がONするため、加工機は次の原点でディスエーブルとなることが可能となる。もし、作業員が加工途中にワーク投入ミス等により、起動ボタンを離して、一旦加工機を停止させても、次

各処理内容は第3図に示すフローと基本的に同一である。以下に処理内容の相異について述べる。まず、第12図(a)のシステム制御部フローチャートである。これは第3図(a)のフローとほぼ同じであるが異なる点は、第12図(a)のブロック(81)(82)である。全装置がディスエーブルの状態では起動ボタンを押すと、加工機はまだディスエーブルであるので、加工機の現在位置を加工機に取付けてある位置検出装置より読み取り、対応するクロック値として、加工機クロックにセットする(24)。次に、全装置の次サイクル禁止をOFF(25)して、イネーブルになるのを待つ。イネーブルチェックルーチンは図12(b)の様になっており、加工機上流クロック(この場合、加工機は最上流のため、システムクロックが加工機上流クロックとなる)が、加工機原点クロックと一致しているかをチェックし(83)、一致していれば、一旦加工機をディスエーブルとし(84)、加工機が次サイクル禁止ONでなければ(85)、加工機をイネーブルとし(86)、同時に加工機の次サイクル禁止をONする(87)。

に再び起動ボタンを押せば、図12(b)の(24)で加工機の現在位置に相当するクロックをあらかじめ加工機クロックにプリセットし、図12(b)(88)(89)により、加工機クロックが原点でない場合でも、加工機上流クロックがプリセットされた加工機クロックと一致すれば、イネーブルとされる。これにより加工機の途中起動が実現できる。

相異点は以上であり、この様に処理することにより、作業員の起動ボタンに同期してシステムは連続または、1サイクルで運転することが可能となる。

さらに請求項4の実施例は、第1図のシステム(ロボット3台、加工機1台)を複数システム連結した第13図に示すシステム構成図に従って説明する。この各システムはそれぞれが請求項2のシステムであり、ワーク供給装置よりシステム№1が図示しないワークを受取り加工してシステム1のシャトルフィーダーであるロボット3(3)がシステム2のローダーであるロボット1'(1')に渡し、ワークはシステム2の加工機4'(4')で加工され、

さらにシステム2のシャトルフィーダーであるロボット3'(3')により、システム3のローダーロボット1'(1')へと搬送されてゆくシステムである。各システムのロボット制御装置はすべて第2図のシステムブロック図の構成に増加した装置分を追加した構成であり、すべて前述の請求項2の処理を行なう。システム間の連結においては、自システム最上流装置と前段システムの最下流装置間、自システムの最下流装置と降段システムの最上流装置間における、先頭システムのシステムクロック、イネーブル/ディスエーブル及びワーク有/ワーク無及び次サイクル禁止ON/OFF及びワーク渡し条件及び原点フラグON/OFFを各々制御装置間で接続すれば良い。これによって複合システムの最上流の装置(システム1のロボット)がマスター装置となり、あたかも一台の制御装置によってすべてのロボット、すべての加工機を上流下流の関係で処理するのと同じ処理が実現できる。

本発明によれば、複数台のロボット及び加工機は同一のクロックで制御されることにより、相互

インターロックをとらなくても自動的に同期して動作することになる。また、ロボット間のワークの受け渡しにおいても相対速度を0とすることが可能なため受渡しをスムーズに行なえる。従って従来の様に複数のロボット間で相互インターロックをとる必要がなく、当然他のロボットの状態によって待ち状態におちいることもなくなる。この待ち状態が無くなれば、従来の様な、時間やエネルギーの無駄を最小限にすることができさらに停止→起動、起動→停止といった急激な加減速をも渡らすことができるため機械的寿命をも伸ばすことになる。

また、請求項1において加工機を連続運転する方法、請求項2において加工機を断続運転する方法、請求項3においてはローダー(ロボット1)を無効として作業者によってワークを投入する方法のすべてを同一のティーチングプログラムによって、かつ基本的に同じ処理ルーチンにて運転することができシステムの汎用性の向上、効率的な運用が可能となる。さらには請求項4では本シス

テムを複数システム連結するとし、複合システムにおいても簡単な手段により連結することができ、ため、ライン設計、変更が容易に行なえる。

4. 図面の簡単な説明

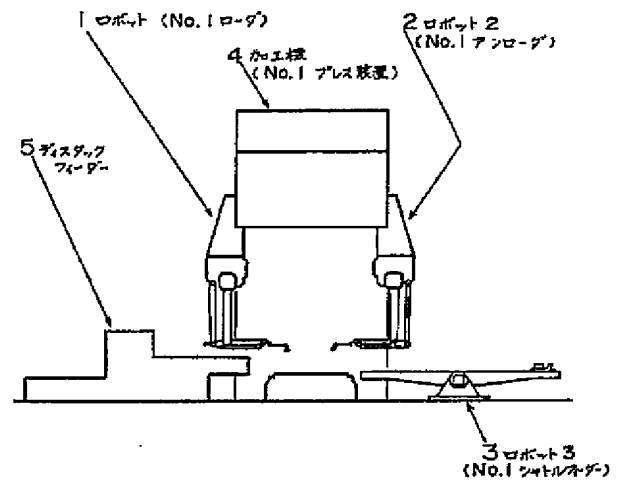
第1図は本発明の実施例産業用ロボットシステム構成図を示す概略正面図、第2図は本発明の実施例であるシステム制御ブロック図、第3図(a)は第2図に示すシステム制御部のフローチャート、第3図(b)は第2図に示すシステムクロックカウンタ部フローチャート、第3図(c)は第3図(a)に示すクロック監視ルーチン、第3図(d)は第3図(a)に示す停止チェックルーチン、第3図(e)は第3図(a)に示す異常チェックルーチン、第3図(f)はロボット1運転ルーチン、第3図(g)はロボット1クロックカウンタ部の処理、第3図(h)は指令値計算ルーチン、第3図(i)は加工機運転ルーチン、をそれぞれ示すフローチャートである。第4図は有効/無効選択回路略図、第5図は指令位置計算図解グラフ、第6図は第2図に示すロボット1位置データ記録部のクロック値とそれに対応する各軸データの

値を1ステップ毎に記録する記録部の構造を示すグラフ、第7図は第1図に示すシステムのシステム起動要求時のサイクル図を示すタイムチャート、第8図は同システムのシステム停止要求時のサイクル図を示すタイムチャート、第9図(a)は請求項2に示す実施例加工機運転ルーチンを示すフローチャート、第9図(b)は加工機起動タイミングクロック図、第10図は請求項2項実施例システムのシステム起動要求時のサイクル図を示すタイムチャート、第11図は請求項3の実施例産業用ロボットシステム構成を示す概略正面図、第12図(a)は請求項4の実施例産業用ロボットシステムのシステム制御部の処理を示すフローチャート、第12図(b)は請求項4のクロック監視ルーチン、第13図は請求項4の実施例産業用ロボットシステム構成を示す概略正面図である。

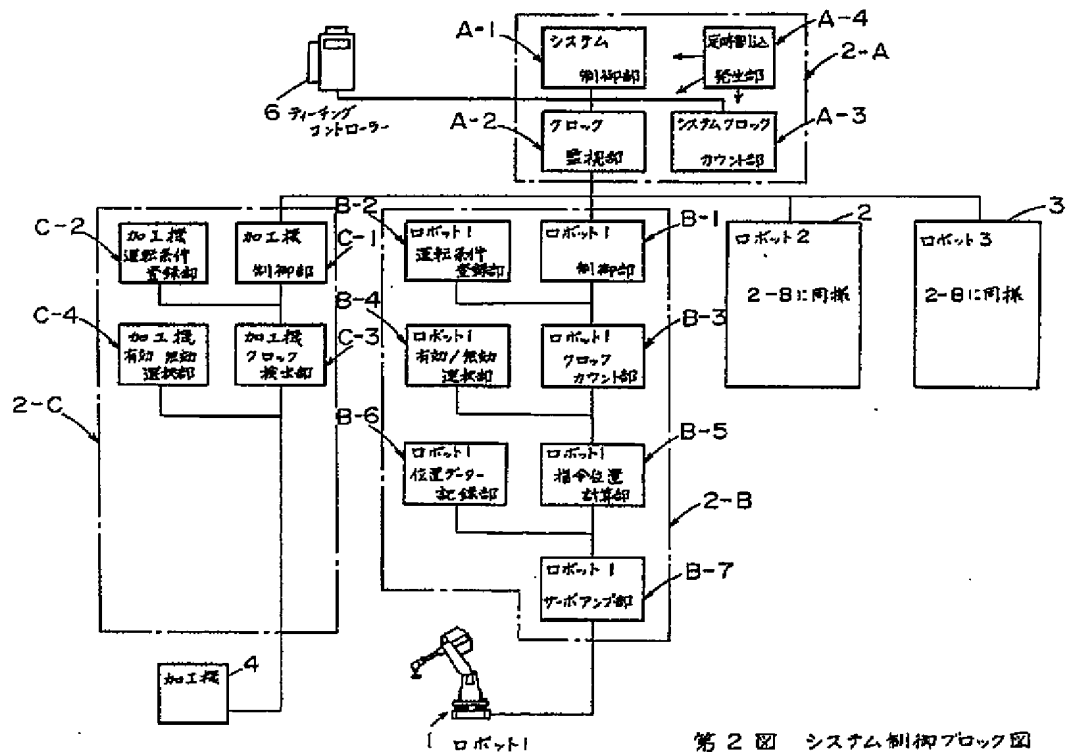
- 1, 1', 1" … ロボット1, 1', 1"(ローダー)
- 2, 2', 2" … ロボット2, 2', 2"(アンローダー)
- 3, 3' … ロボット3, 3'(シャトルフィーダー)
- 4, 4', 4" … 加工機械(プレス, 加工機)

5 …ディスタックフィーダー (ワーク供給装置)

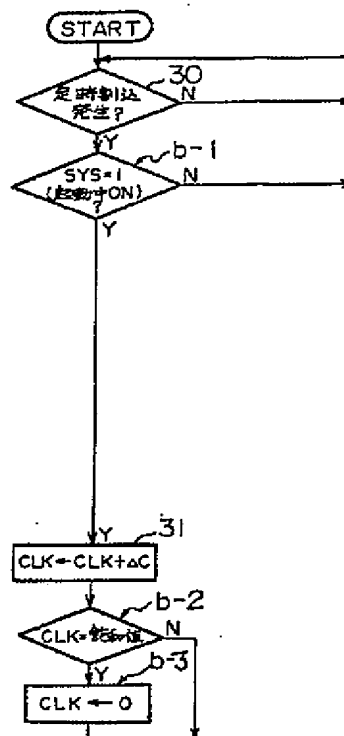
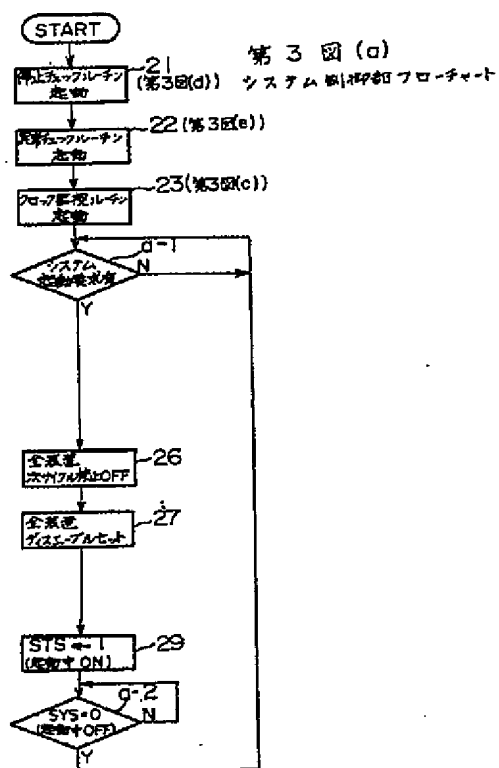
代理人 弁理士 河 内 潤 二



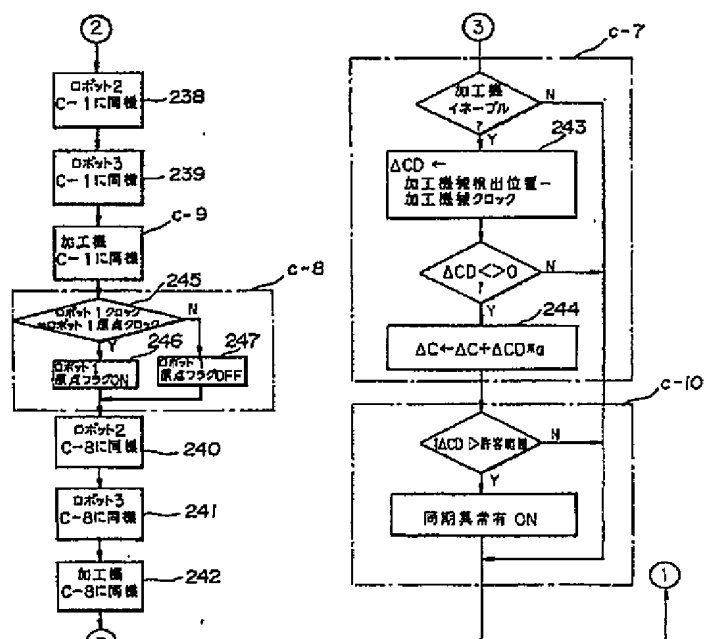
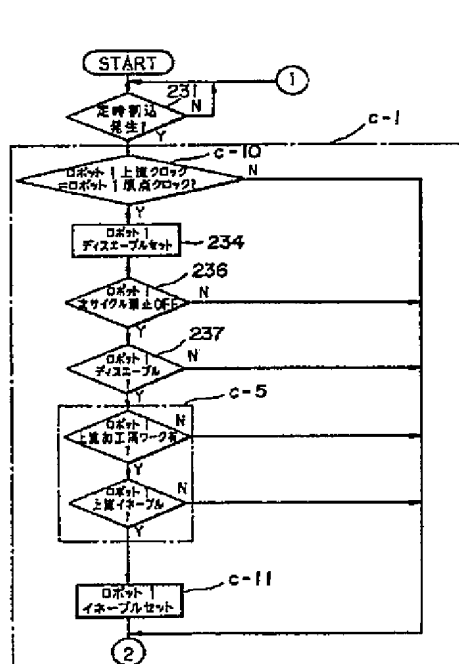
第 1 図 システム構成図



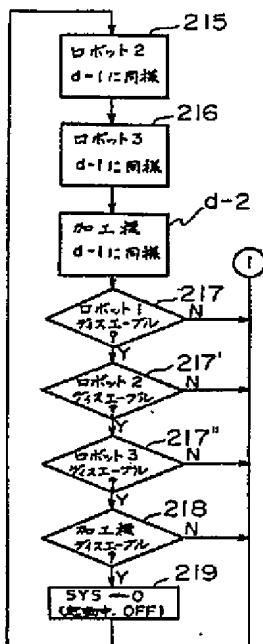
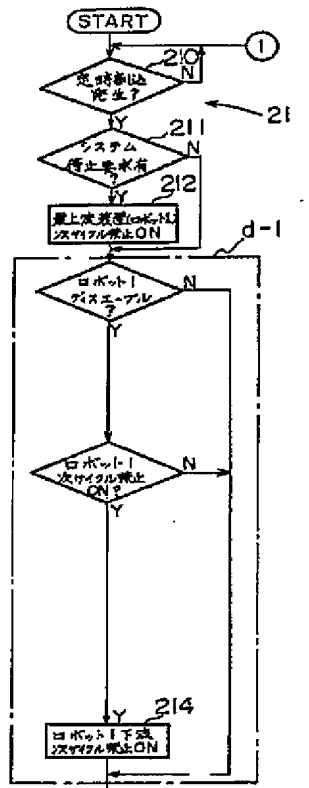
第 2 図 システム制御ブロック図



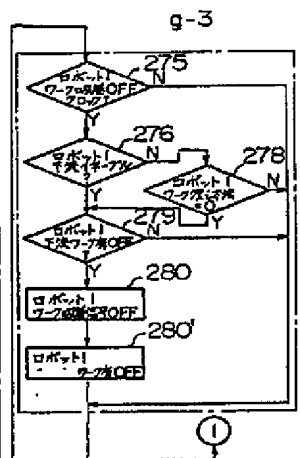
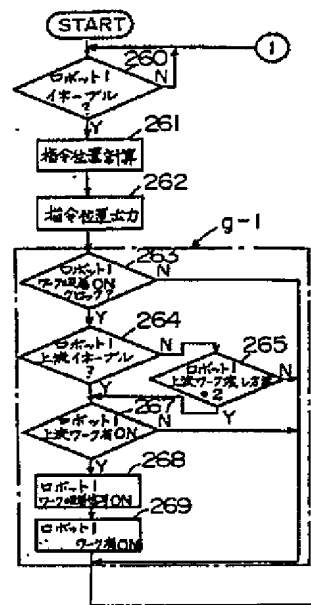
第 3 図 (b) システムクロックカウント部フローチャート



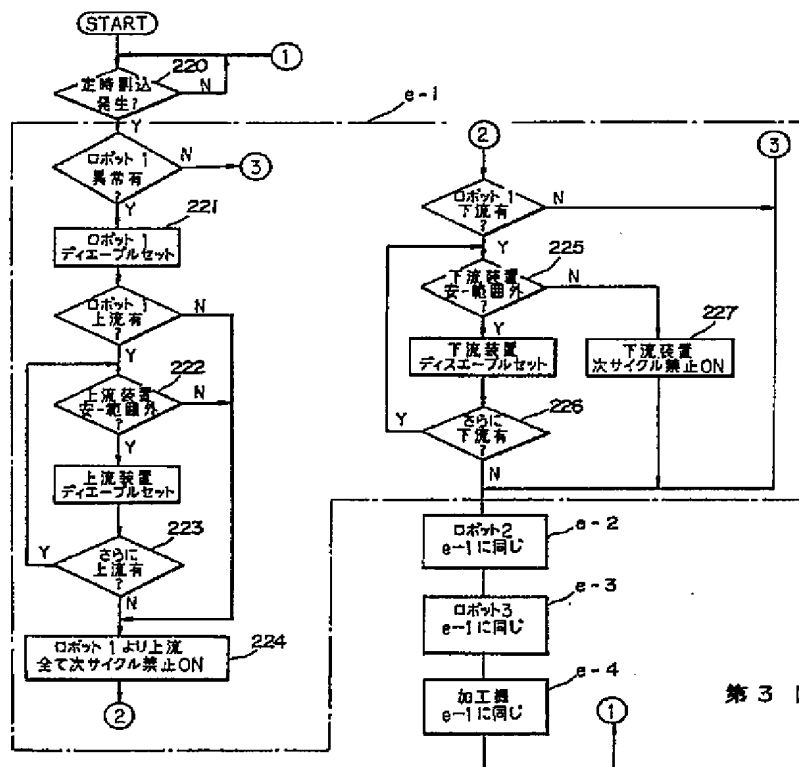
第 3 図 (c) クロック監視ルーチン



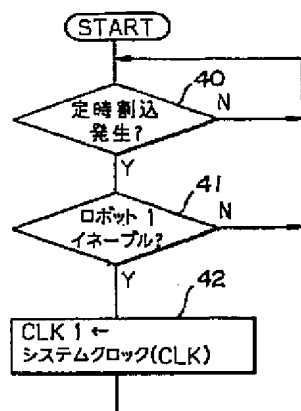
第3図 (d)
停止チェックルーチン



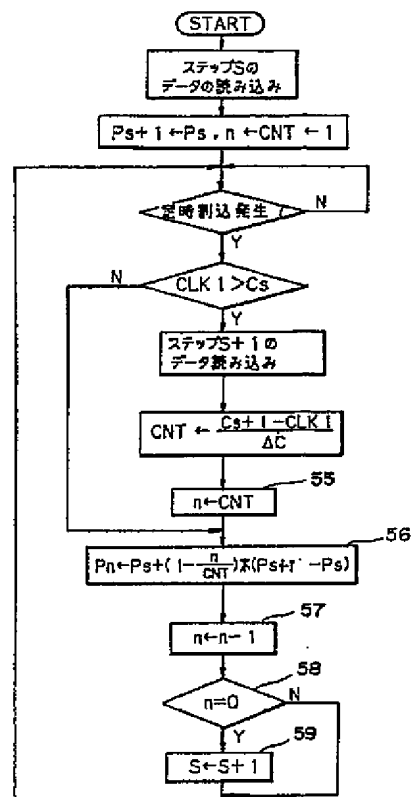
第3図 (g) ロボット運転ルーチン
(ロボット2, 3 同様)



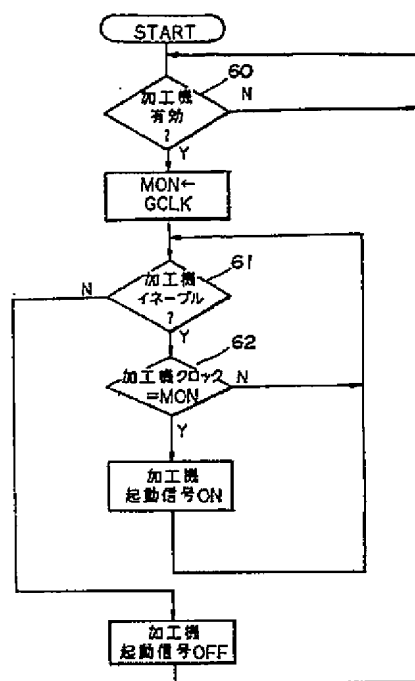
第3図 (e) 異常チェックルーチン



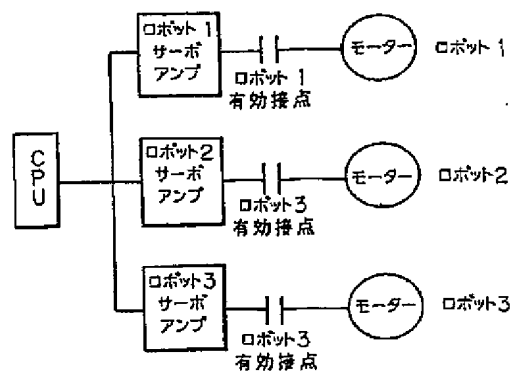
第3図 (h) ロボット1クロックカウント部の処理
(ロボット2,3同様)



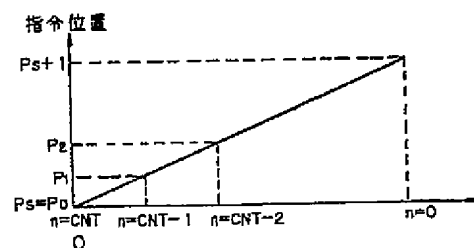
第3図 (i)
指令値計算ルーチン
(ロボット2,3も同様)



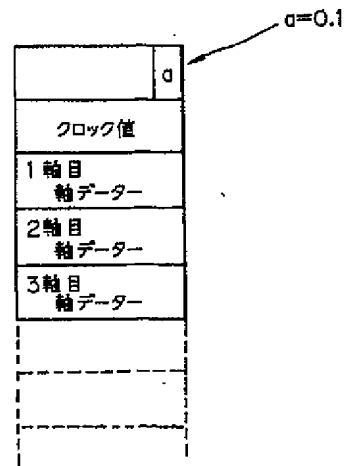
第3図 (j) 加工機運転ルーチン



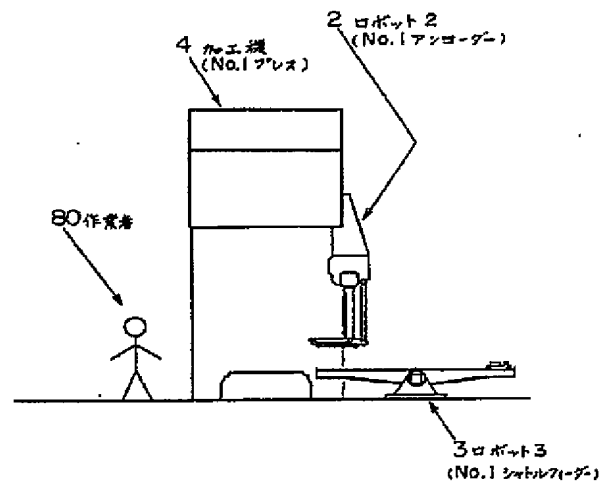
第4図 有効/無効選択回路略図



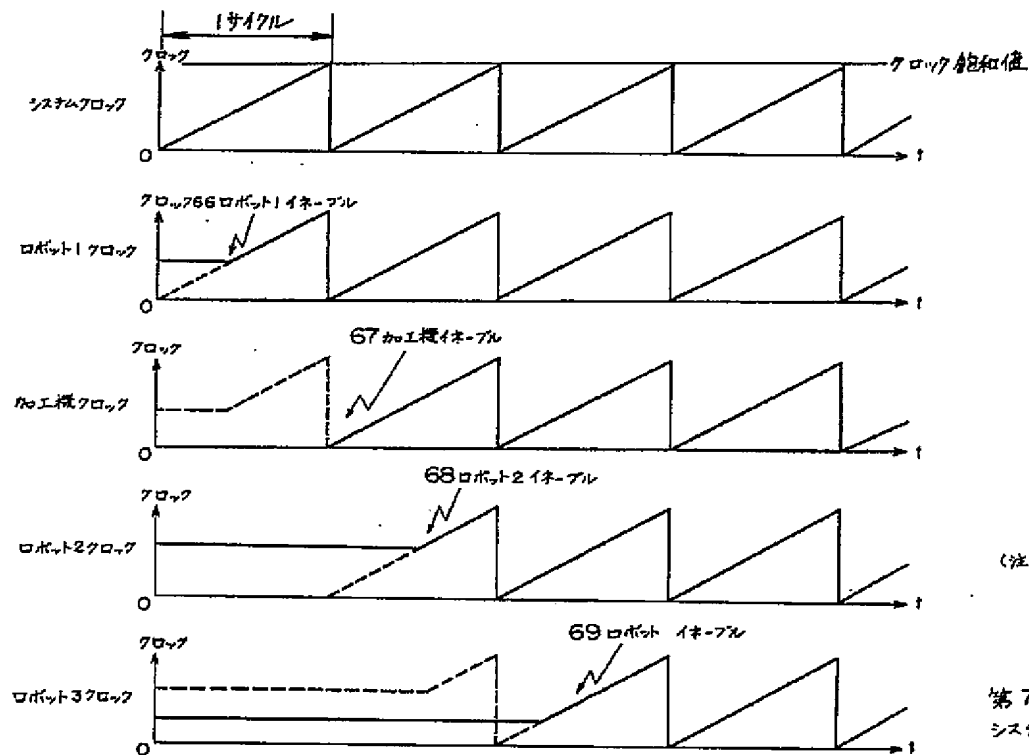
第5図 指令位置計算図解



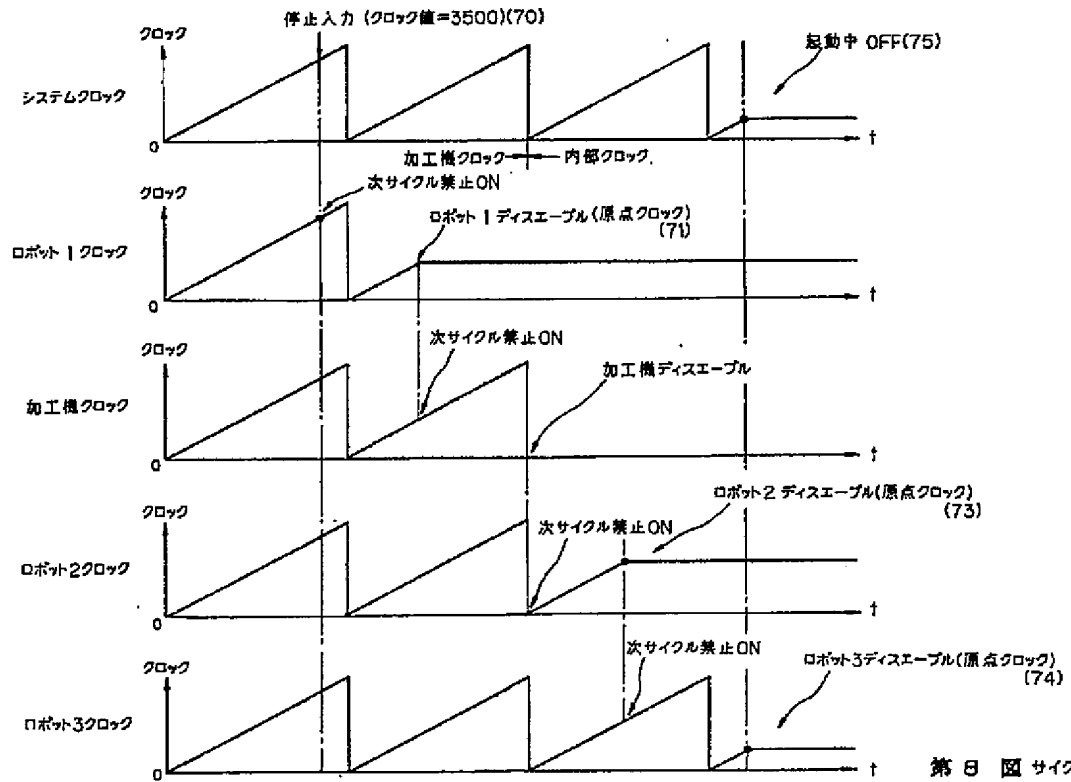
第6図 ステップデーター構造



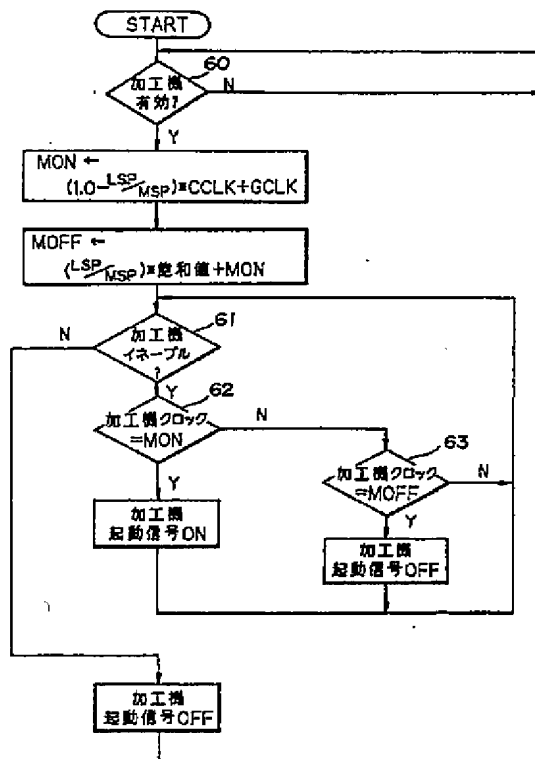
第11図 システム構成図



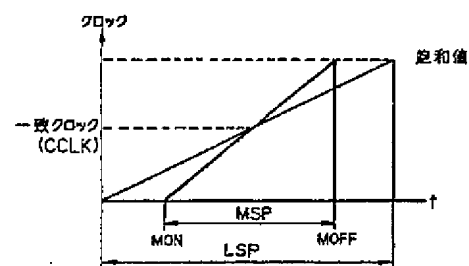
第7図
システム起動要求時のサイクル図



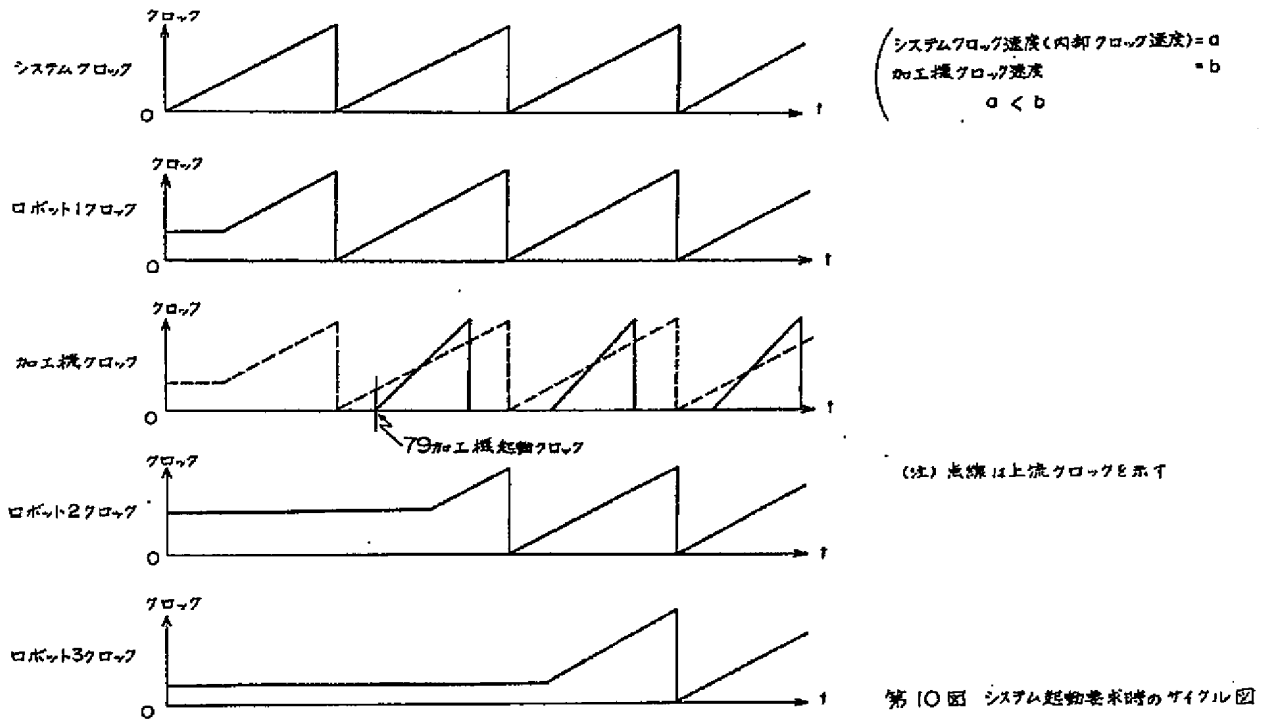
第8図 サイクル図



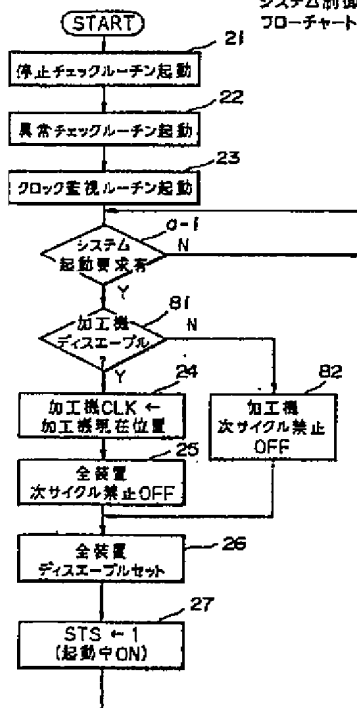
第9図 (a) 加工機運転ルーチン



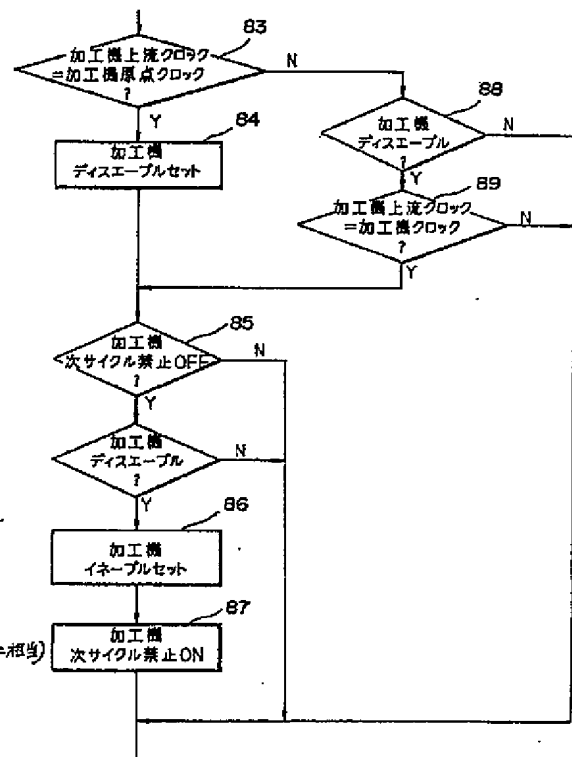
第9図 (b) 加工機起動タイミング

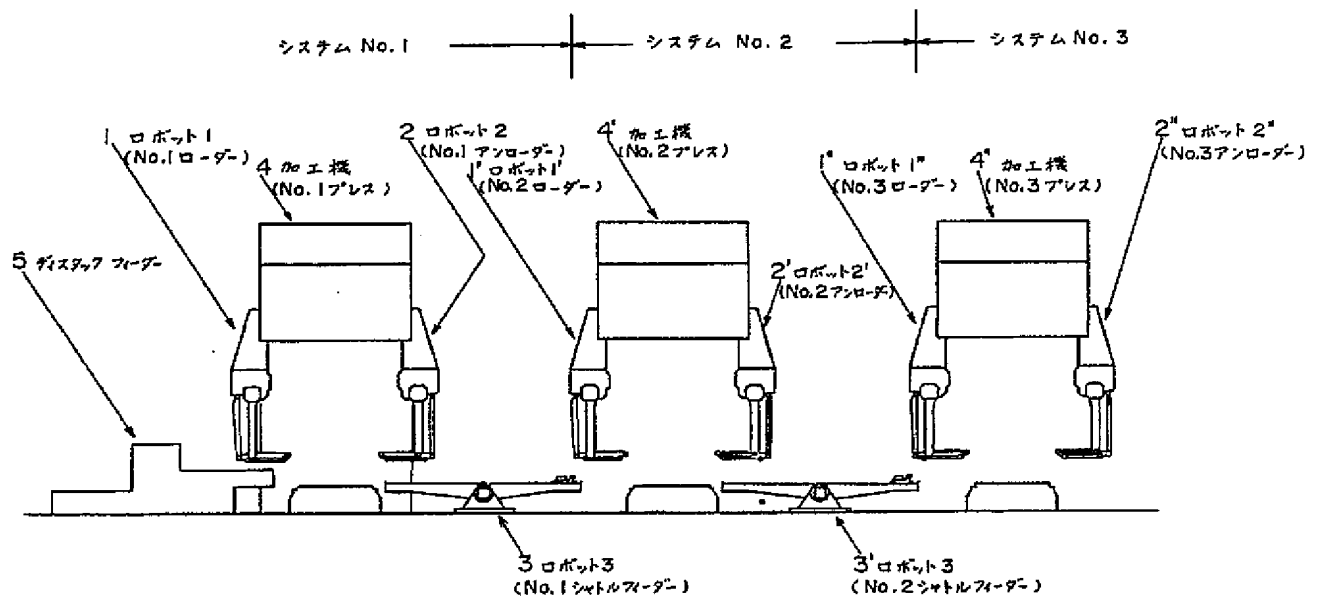


第12図(a)
システム制御部の処理
フローチャート



第12図(b)
クロック監視ルーチン
(第3図(c) c-9に相当)





第13図 システム構成図

第1頁の続き

⑤Int.Cl.⁵

G 05 B 19/42

識別記号

D
V

庁内整理番号

9064-5H
9064-5H

⑦発明者 泉 沢 真 一 広島県広島市南区宇品海岸2丁目17番15号

